

STATIC MICROMIXER

Patent number: WO0078438

Publication date: 2000-12-28

Inventor: SCHUBERT KLAUS (DE); FICHTNER MAXIMILIAN (DE); WIESSMEIER GEORG (DE); EHLERS STEFAN (DE); ELGETI KLAUS (DE)

Applicant: KARLSRUHE FORSCHZENT (DE); BAYER AG (DE); SCHUBERT KLAUS (DE); FICHTNER MAXIMILIAN (DE); WIESSMEIER GEORG (DE); EHLERS STEFAN (DE); ELGETI KLAUS (DE)

Classification:

- International: B01F5/02; B01F13/00; B01F15/00
- european: B01F5/06B3C4; B01F13/00M; B22F5/00; B29C67/00L2

Application number: WO2000EP05546 20000616

Priority number(s): DE19991028123 19990619

Also published as:

EP4187671 (A1)
 US6802640 (B2)
 US2002057627 (A1)
 DE19928123 (A1)
 CA2377370 (A1)

more >>

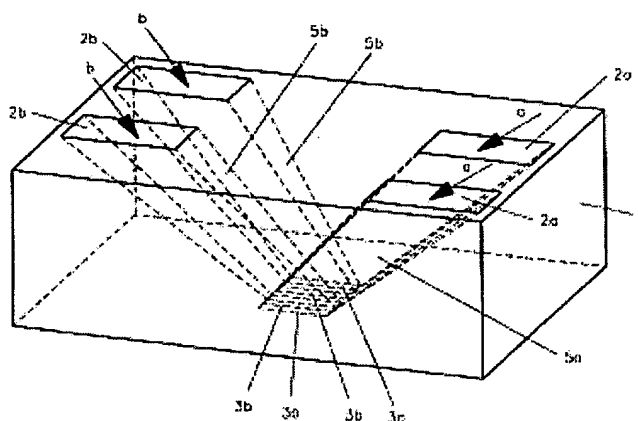
Cited documents:

WO9717130
 EP0685533
 DE19626246

Report a data error here

Abstract of WO0078438

The invention relates to a static micromixer comprising at least one mixing chamber and one guide component (1) which is connected upstream therefrom and which is provided for separately supplying fluids to be mixed or dispersed. Slotted channels (2a, 2b) running diagonal to the longitudinal axis of the micromixer pass through said guide component. The channels (2a, 2b) alternately cross without touching, open into a mixing chamber (4) and form a common outlet cross-section (3a) there. The aim of the invention is to configure the guide component (1), which improves upon the prior art, such that fluid pressure losses occurring in the guide component (1) are further reduced between the inlet side (2a, 2b) and the common outlet side (3a). To this end, the cross-sections of the channels (2a, 2b) enlarge, toward the inlet side, for at least a portion of the media flows to be mixed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Dezember 2000 (28.12.2000)

PCT

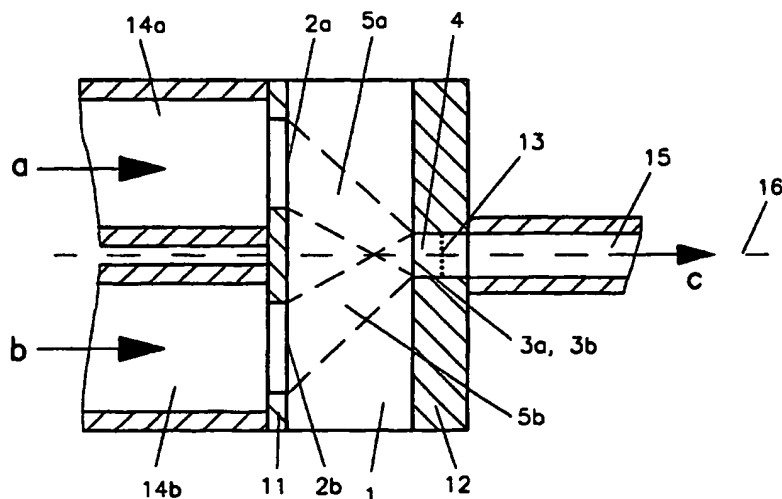
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/78438 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: B01F 5/02, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH [DE/DE]; Weberstrasse 5, D-76133 Karlsruhe (DE). BAYER AG [DE/DE]; D-51368 Leverkusen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/05546
- (22) Internationales Anmeldedatum: 16. Juni 2000 (16.06.2000) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHUBERT, Klaus [DE/DE]; Geigersbergstrasse 54, D-76227 Karlsruhe (DE). FICHTNER, Maximilian [DE/DE]; Röhlichstrasse 31, D-68723 Oftersheim (DE). WIESSMEIER, Georg [DE/DE]; Hahnenweg 1, D-51061 Köln (DE). EHLERS, Stefan [DE/DE]; Pantaleonstrasse 10, D-50676 Köln (DE). ELGETI, Klaus [DE/DE]; Am Hermannshof 8, D-51467 Bergisch-Gladbach (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 199 28 123.8 19. Juni 1999 (19.06.1999) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: STATIC MICROMIXER

(54) Bezeichnung: STATISCHER MIKROVERMISCHER



(57) Abstract: The invention relates to a static micromixer comprising at least one mixing chamber and one guide component (1) which is connected upstream therefrom and which is provided for separately supplying fluids to be mixed or dispersed. Slotted channels (2a, 2b) running diagonal to the longitudinal axis of the micromixer pass through said guide component. The channels (2a, 2b) alternately cross without touching, open into a mixing chamber (4) and form a common outlet cross-section (3a) there. The aim of the invention is to configure the guide component (1), which improves upon the prior art, such that fluid pressure losses occurring in the guide component (1) are further reduced between the inlet side (2a, 2b) and the common outlet side (3a). To this end, the cross-sections of the channels (2a, 2b) enlarge, toward the inlet side, for at least a portion of the media flows to be mixed.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen statischen Mikrovermischer mit wenigstens einer Mischkammer und einem vorgeschalteten Führungsbauteil (1) für die getrennte Zuführung von zu mischenden oder zu dispergierenden Fluiden, welches mit schräg zu der Mikrovermischerlängsachse verlaufenden schlitzförmigen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 00/78438 A1



(74) **Gemeinsamer Vertreter:** FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH; Stabsabteilung Patente und Lizenzen, Postfach 3640, D-76021 Karlsruhe (DE).

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent

Kanälen (2a, 2b) durchzogen ist und bei dem sich die Kanäle (2a, 2b) berührungslos im Wechsel kreuzen und in eine Mischkammer (4) einmünden und dort einen gemeinsamen Austrittsquerschnitt (3a) bilden. Die Aufgabe der Erfindung besteht ausgehend von dem Stand der Technik darin, das Führungsbauteil (1) so zu gestalten, daß eine weitere Verminderung der Druckverluste der Fluide im Führungsbauteil (1) zwischen Eintritts- (2a, 2b) und gemeinsamer Austrittsseite (3a) erreicht wird. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß sich die Kanäle (2a, 2b) für mindestens ein Teil der zu vermischenden Stoffströme im Querschnitt in Richtung der Eintrittsseite vergrößern.

Statischer Mikrovermischer

Die Erfindung betrifft einen statischen Mikrovermischer mit einer Mischkammer und vorgeschaltetem Führungsbauteil für die getrennte Zuführung von zu mischenden oder zu dispergierenden Fluiden zu der Mischkammer gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

Aus der DE 44 16 343 C2 ist ein Mikro-Vermischer mit wenigstens einer Mischkammer und einem vorgeschalteten Führungsbauteil für die getrennte Zufuhr von zu mischenden Fluiden zu einer Mischkammer bekannt, wobei das Führungsbauteil mit Ausdehnungen im Millimeterbereich aus mehreren, übereinander geschichteten Folien mit einer jeweiligen Dicke von ca. 100 μm Dicke zusammengesetzt ist, in die die Kanäle als Mikrostrukturen eingearbeitet sind. Die gerade verlaufenden, im Querschnitt gleichbleibenden Zuführungskanäle verlaufen schräg zur Mikrovermischer-Längsachse, wobei die Kanäle benachbarter Folien sich berührungslos kreuzen und in die gemeinsame Mischkammer ausmünden. Die Kanäle haben eine Breite kleiner 250 μm bei einer Höhe von ca. 70 μm und einer Stegstärke zwischen zwei Kanälen von ca. 15 μm . Die einzelnen Folien können beispielsweise durch Diffusionsschweißen zu einem homogenen vakuumdichten und druckfesten Mikrostrukturkörper verbunden werden, wobei als Abschluß auf die jeweils erste und letzte Folie eine Deckplatte aufzubringen ist.

Ein ähnlicher Mikro-Vermischer, bei dem bei sonst gleichem Aufbau und Funktionsprinzip die Zuführungskanäle von für zwei zu mischenden oder zu dispergierenden Fluiden bogenförmig verlaufend parallel zueinander in die Mischkammer ausmünden, wird in DE 195 40 292 C1 beschrieben. Durch diese Anordnung verspricht man sich eine über den gesamten Ausströmquerschnitt gleichmäßig hohe und schnelle Vermischung in der Mischkammer. Die Führungskanäle haben einen gleichbleibenden Querschnitt mit Breiten kleiner 250 μm , die Folien, in denen die Kanalstrukturen eingearbeitet werden, eine Dicke von ca. 100 μm .

Eine weitere Möglichkeit, den Mischprozeß zu optimieren, beschreibt WO97/17130. Durch eine Zusammenlegung von Einzelkanälen zu einem schlitzförmigen Kanal pro Folie erhält der Mikrovermischer durch den Wegfall der Stege zwischen den Einzelkanälen ein günstigeres Verhältnis von Volumenstrom zu Kanalwandfläche und damit eine Reduktion der Reibungsdruckverluste im Führungsbau-
teil.

Die Aufgabe der Erfindung besteht ausgehend von dem zuletzt beschriebenen Stand der Technik darin, bei einem statischen Vermischer der gattungsgemäßen Bauart das Führungsbau-
teil für die Zuführung der zu vermischenden Fluide zur Mischkammer so zu gestalten, daß eine weitere Verminderung der Druckverluste der Fluide im Führungsbau-
teil zwischen Eintritts- und gemeinsamer Austrittsseite erreicht wird. Dabei soll eine mindestens gleichbleibende oder möglichst verbesserte Mischgüte (Effektivität des Mischvorganges) erzielt werden.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale in Anspruch 1 gelöst; die hierauf bezogenen Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Ausführungsformen dieser Lösung.

Das Führungsbau-
teil des Mikrovermischers ist so gestaltet, daß sich die hierin angeordneten zwischen der Fluideintrittsseite und der Mischkammer schlitzförmig verlaufenden Kanäle in Richtung der Fluidaustrittsseite in ihrem Querschnitt verjüngen. Die einzelnen Zuführungskanäle verlaufen dabei von den mindestens zwei Fluidzuführungskammern schräg zur Mikrovermischer-Längsachse, wobei sich benachbarte Kanäle, welche Fluide aus unterschiedlichen Zuführungskammern enthalten, berührungslos kreuzen und über eine gemeinsame Austrittsquerschnittsfläche in die Mischkammer ausmünden. Die an die Mischkammer angrenzenden Mündungen der schlitzförmigen Kanäle liegen fluchtend übereinander. Durch die Einführung einer zweiten Mischstufe in der Mischkammer in Gestalt eines die Strömung unterteilenden Gebildes (z. B. eines Gitters) wird die Turbulenz in der Mischkammer erhöht und damit die Mischereffektivität gesteigert.

Durch die Vergrößerung der Kanalquerschnitte in Richtung der Eintrittseite reduziert sich die Strömungsgeschwindigkeit eines hierin strömenden Fluids bei gleichbleibendem Volumenstrom mit der Erweiterung des Kanals. Durch die größeren Kanalquerschnitte und die geringere Strömungsgeschwindigkeiten reduzieren sich die Reibungsdruckverluste in den Fluiden zwischen Eintritts- und Austrittsseite des Führungsbauteils. Darüber hinaus reduziert sich durch eine lokale Erweiterung der Kanäle auch die Gefahr des Zusetzens durch Verunreinigungen.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Mikrovermischers sowie ein Verfahren zur Herstellung desselben werden im folgenden anhand der Zeichnungen erläutert:

Fig. 1 zeigt das Führungsbauteil des Mikrovermischers perspektivisch und in starker Vergrößerung als Prinzipskizze.

Fig. 2 zeigt das Führungsbauteil schematisch in Draufsicht jeweils von der Kanaleintritts- (Fig. 2a) sowie von der Kanalaustrittsseite (Fig. 2b).

Fig. 3 zeigt drei Beispiele für drei verschiedene Ausführungsformen einer Kanalaustrittsseite, welche mit in Strömungsrichtung ausgerichteten Führungsstegen versehen sind.

Fig. 4 zeigt den Mikrovermischer mit Führungsbauteil, der Mischkammer und den Zu- und Ableitungskomponenten. Hinter der Kanalaustrittsseite ist im Fluidstrom zusätzlich ein Gitter angeordnet.

Fig. 5 veranschaulicht ein spezielles Herstellverfahren für das Führungsbauteil.

Fig. 6 zeigt in einem Diagramm die Produktselektivität $X(Q)$ [-] des Produktes Q der zur Bestimmung der Mischgüte des Mikrovermischers verwendeten Testreaktion im Vergleich zu einer vorbe-

kannten Mikrovermischerausführung, aufgetragen über der mittleren Gesamt-Energiedichte E [J/m^3].

Gemäß Fig. 1 bis 4 besteht das Führungsbauteil 1 aus Metall, Kunststoff oder Keramik. Die Strömungsrichtung der einzelnen Fluidströme a und b verlaufen von den Kanaleintrittsseiten 2a und 2b zur Kanalaustrittsseite 3a und 3b in eine gemeinsame Mischkammer 4 und bilden den gemeinsamen Fluidstrom c. Die Kanäle 5a und 5b weisen an der Austrittsseite der Ausführungsform, welche für die Ermittlung der Daten für die in Fig. 6 dargestellte Meßkurve herangezogen wurde, eine Höhe von ca. 150 μm bei einer Schlitzbreite von 9 mm, auf der Eintrittsseite eine Höhe von ca. 1,5 mm bei einer Schlitzbreite von ca. 11mm auf. Die Wanddicken zwischen zwei Kanälen auf der Austrittsseite betragen dabei ca. 150 μm .

Für eine gezielte Führung der Strömung der Fluide a und b an den Kanalaustrittsseiten 3a und 3b können die Kanäle mit in Strömungsrichtung der Fluide (Pfeile a und b) ausgerichteten Stegen 6 versehen werden. Fig. 3 zeigt drei verschiedene Anordnungen für diese Führungsstege an der Kanalaustrittsseite. Ferner kann, wie in Fig. 4 an der Gesamtanordnung eines Mikrovermsichers dargestellt, in der Mischkammer 4 eine die Strömung unterteilendes Gebilde z. B. in Gestalt eines Gitters 13 angeordnet sein.

Besteht das Führungsbauteil aus Metall oder einer elektrisch leitfähigen Keramik, kann dieses, wie in Fig. 5 dargestellt, mittels Drahterosion mit nur einem Schnitt pro Fluidstrom a bzw. b hergestellt werden. Für dieses Herstellverfahren ist eine stromleitende und frei schwenkbare Einspannung 7 für das Führungsbauteil 1 vorzusehen. Hierzu ist zunächst für jede Kanalgruppe 5a bzw. 5b eines Fluidstromes eine Bohrung 8a bzw. 8b als Startpunkt für das Drahterodierverfahren vorzusehen, in die der Draht 9 eingefädelt wird. Für den späteren Einsatz müssen die Bohrungen 8a und 8b sowie die Hilfsschnitte 10a bzw. 10b sowohl eintritts- als auch austrittsseitig mit je einer Platte 11 bzw. 12 abgedeckt werden, wobei die Bereiche der Kanaleintrittsseiten

2a und 2b und der Kanalaustrittsseite 3a bzw. 3b in diesen ausgespart sind (siehe Fig. 4).

Zur vergleichenden Beurteilung der Vermischungseffektivität verschiedener Mikrovermischertypen wurde in einem Testverfahren eine Azokupplungsreaktion von 1- und 2- Naphtol (Stoff x bzw. x') mit 4-Sulfonsäurebenzoldiazoniumsalz (Stoff y) eingesetzt. Bei der Reaktion handelt es sich um eine Parallelreaktion mit dem im folgenden dargestellten Reaktionsschema



Das zweite Produkt Q kann auf einfache Weise mit Hilfe von Absorptionsspektren analysiert werden. Die Güte des Mischvorgangs wird dabei durch die Selektivität X(Q) des Produkts Q beurteilt: Kommt es zu einer sofortigen und vollständigen Vermischung aller beteiligten Stoffe x, x' und y in einer Mischkammer, stellt sich für die Selektivität X(Q) bei den gewählten Konzentrationsverhältnissen ein Wert von 0,1 ein. Je mehr von dem Produkt Q zu Ungunsten des Produkts R gebildet wird, desto schlechter ist die Vermischung.

Die Selektivität X(Q) [-] des Produkts Q aufgetragen über die mittlere Gesamt-Energiedichte E

$$E = \Delta p_1 \cdot (V_1 / V_{ges}) + \Delta p_2 \cdot (V_2 / V_{ges}) \quad [J/m^3],$$

(p_i = Druckverlust der Passage i, V_i = Volumenstrom der Passage i, V_{ges} = Gesamtvolumenstrom) ist in Fig. 6 für den Mikrovermischer gemäß Anspruch 1 mit und ohne nachgeschaltetem Gitter 13 (Punkteschar B bzw. C) im Vergleich mit dem Mikrovermischer aus DE 44 16 343 C2 (Punkteschar A) aufgetragen. Ein Mikrovermischer mit hoher Effizienz weist sich einerseits durch eine möglichst geringen Druckverlust, ein Maß für den Energieaufwand bzw. der Gesamt-Energiedichte im Mischvorgang, andererseits durch eine geringe Selektivität X(Q) des Produktes Q aus. Deutlich erkennbar ist, daß eine bestimmte Selektivität X(Q) bzw. eine be-

stimmte Mischgüte des Mikrovermischers gemäß dieser Anmeldung bereits bei einer wesentlich geringeren Gesamtenergiedichte E erreicht wird als bei dem vorbekannten Mikrovermischerkonzept. Die Effektivität des Mischvorgangs läßt sich noch steigern, wenn hinter der Austrittsseite des Führungsbauteils ein Gitter 13 durchströmt wird. Diese Modifikation ist in Fig. 4 an der Anordnung eines kompletten Mikrovermischers dargestellt. Das eingesetzte Gitter 13 hat eine Maschenweite von ca. 200 μm und befindet sich in der Mischkammer 4 im Abstand von ca. 1000 μm zu den Kanalaustrittsseiten 3a, b des Führungsbauteiles 1. Ferner sind in Fig. 4 die Zuleitungen 14a und 14b, die Fluidströme a und b sowie die Abflußleitung 15 dargestellt.

Patentansprüche

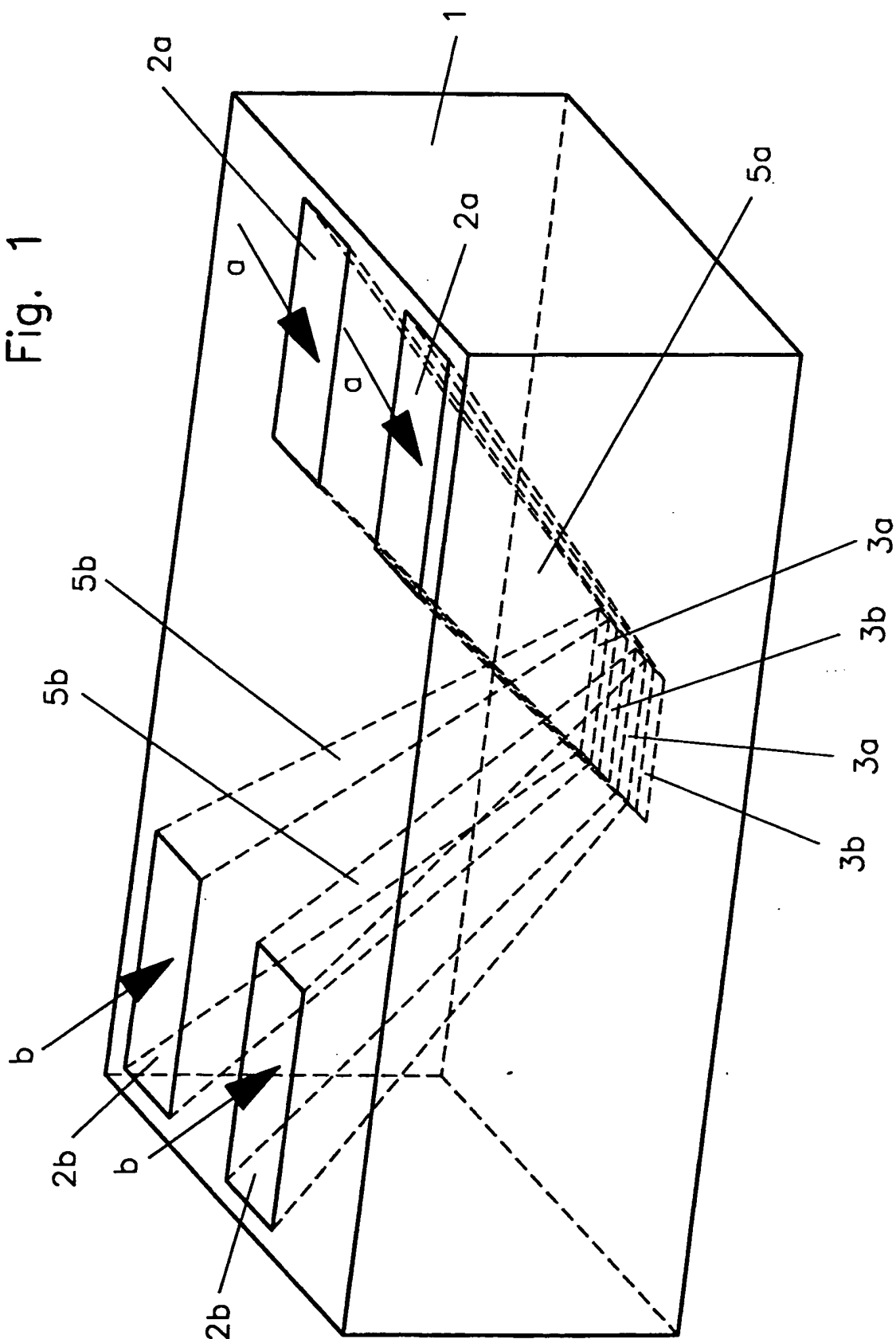
7

1. Statischer Mikrovermischer mit wenigstens einer Mischkammer 4 und einem vorgeschalteten Führungsbauteil 1 für die getrennte Zuführung von zu mischenden oder zu dispergierenden Fluiden a und b, welches mit schräg zu der Mikrovermischerlängsachse verlaufenden schlitzförmigen Kanälen 5a und 5b durchzogen ist und bei dem sich die Kanäle 5a und 5b berührungslos im Wechsel kreuzen und in eine Mischkammer 4 einmünden, dort einen gemeinsamen Austrittsquerschnitt bilden und an der Austrittsseite 3a, b eine Steghöhe zwischen benachbarten Austrittskanälen kleiner 500 µm, bevorzugt kleiner 150 µm, aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Kanäle 5a und 5b für mindestens ein Teil der zu vermischenden Stoffströme a und b im Querschnitt in Richtung der Eintrittsseite vergrößern.
2. Mikrovermischer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schlitzförmigen Kanäle 5a bzw. 5b über die ganze oder ein Teil der Länge mit in Strömungsrichtung ausgerichteten Stegen 6 versehen sind.
3. Mikrovermischer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Strömungsrichtung gesehen hinter der Austrittsöffnung 3a bzw. 3b des Führungsbauteiles 1 ein Gitter 13, Netz oder ein gleichwirkenden, die Strömung unterteilenden Gebilde ausgestattet ist.

4. Mikrovermischer nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle 5a und 5b des Führungsbauteiles 1 jeweils einzeln durch Drahterosion in einen elektrisch leitfähigen Grundkörper eingearbeitet sind, wobei die Kanäle jeweils eines Stoffstromes alternativ im Führungsbauteil durch einen ununterbrochenen Schnitt nach Art eines Kammschnittes in den Grundkörper eingearbeitet sind und die Kanäle verbindenden Hilfsschnitte 10a und 10b an den Kanaleintrittsseiten 2a und 2b sowie auf den Kanalaustrittsseiten 3a und 3b mit jeweils einer Platte 11 bzw. 12 abgedeckt sind.
5. Mikrovermischer nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Führungsbauteil 1 durch schichtweises Laserschmelzen von Metallpulver hergestellt ist, wobei die Kanalbereiche 5a und 5b nicht aufgeschmolzen und durch nachträgliches Entfernen des nicht geschmolzenen Pulvers gebildet sind.
6. Mikrovermischer nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Führungsbauteil 1 aus Kunststoff durch schichtweises Erhärten eines Kunststoffes mittels eines Laserstereolithographieverfahrens (Rapid Prototyping) hergestellt ist, wobei die Kanalbereiche 5a und 5b nicht belichtet und damit nicht gehärtet und durch nachträgliches Entfernen des nicht belichteten und nicht gehärteten Kunststoffes gebildet sind.
7. Mikrovermischer nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Führungsbauteil 1 durch schichtweises Lasersintern von Keramikpulver hergestellt ist, wobei die Kanalbereiche 5a und 5b nicht gesintert und durch nachträgliches Entfernen des nicht gesinterten Keramikpulvers gebildet sind.

1/6

Fig. 1



2/6

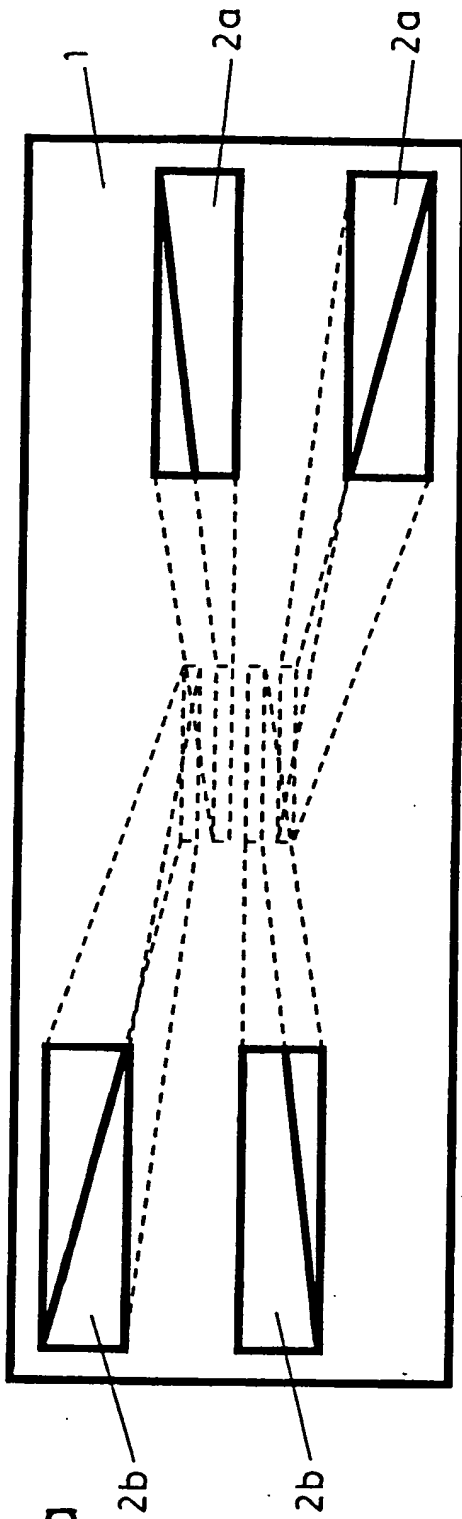


Fig. 2a

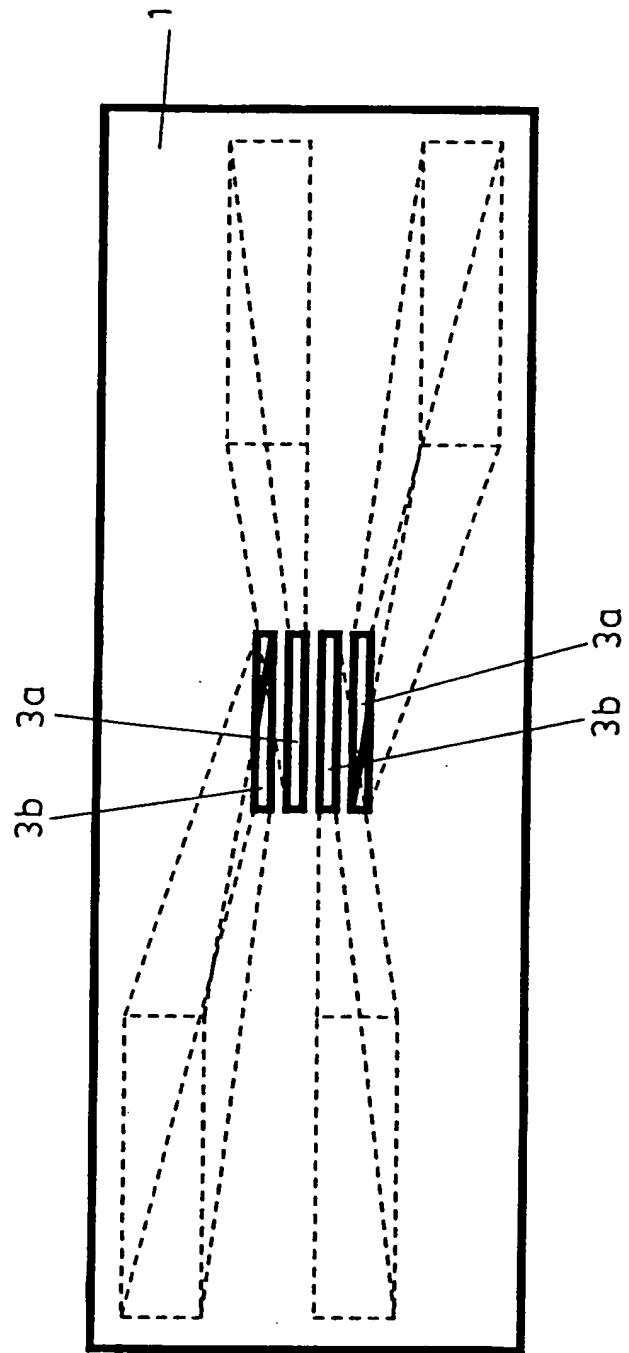


Fig. 2b

Fig. 3

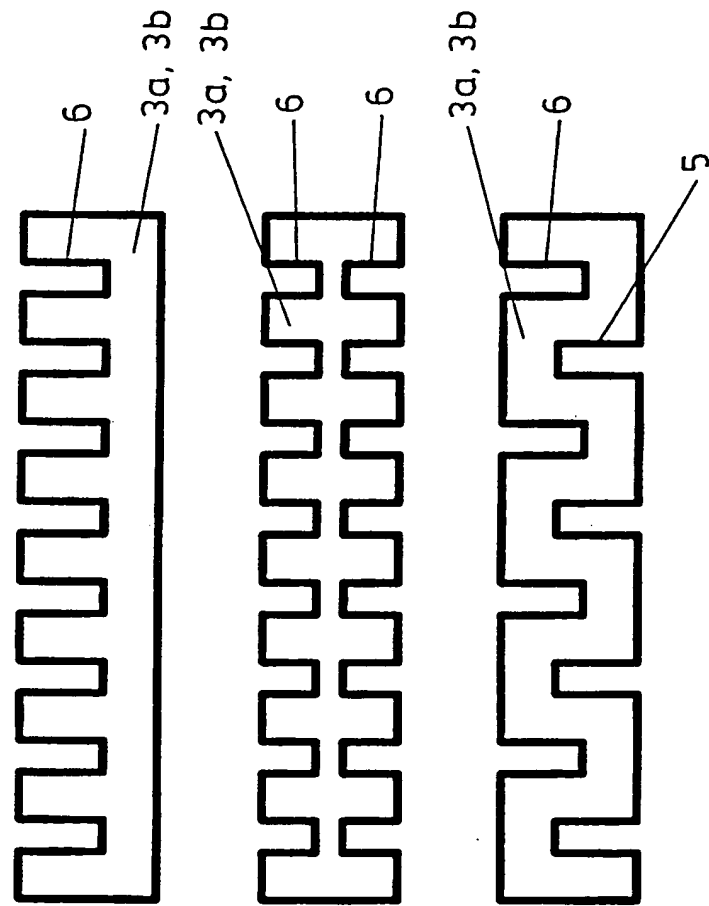


Fig. 4

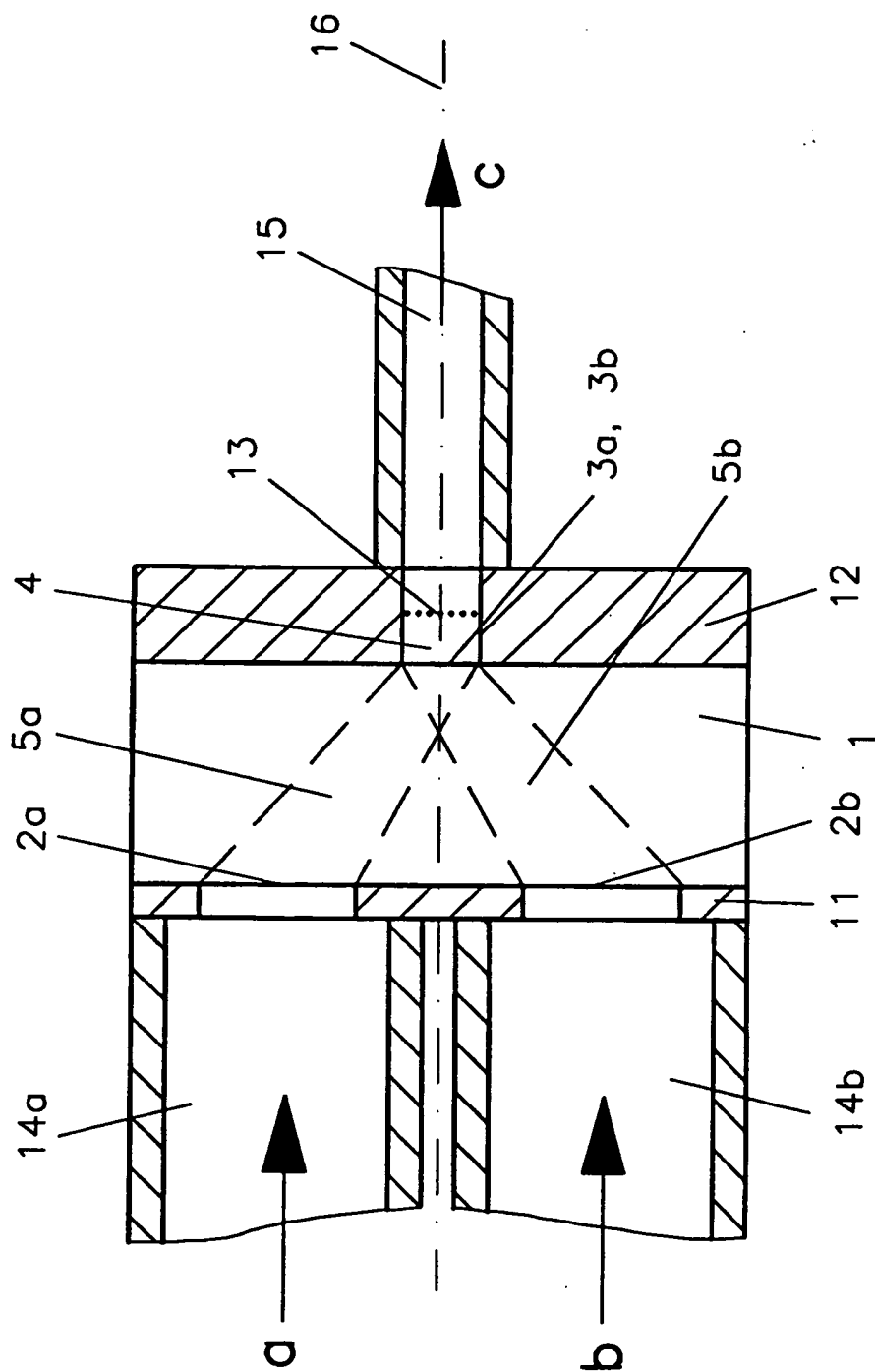
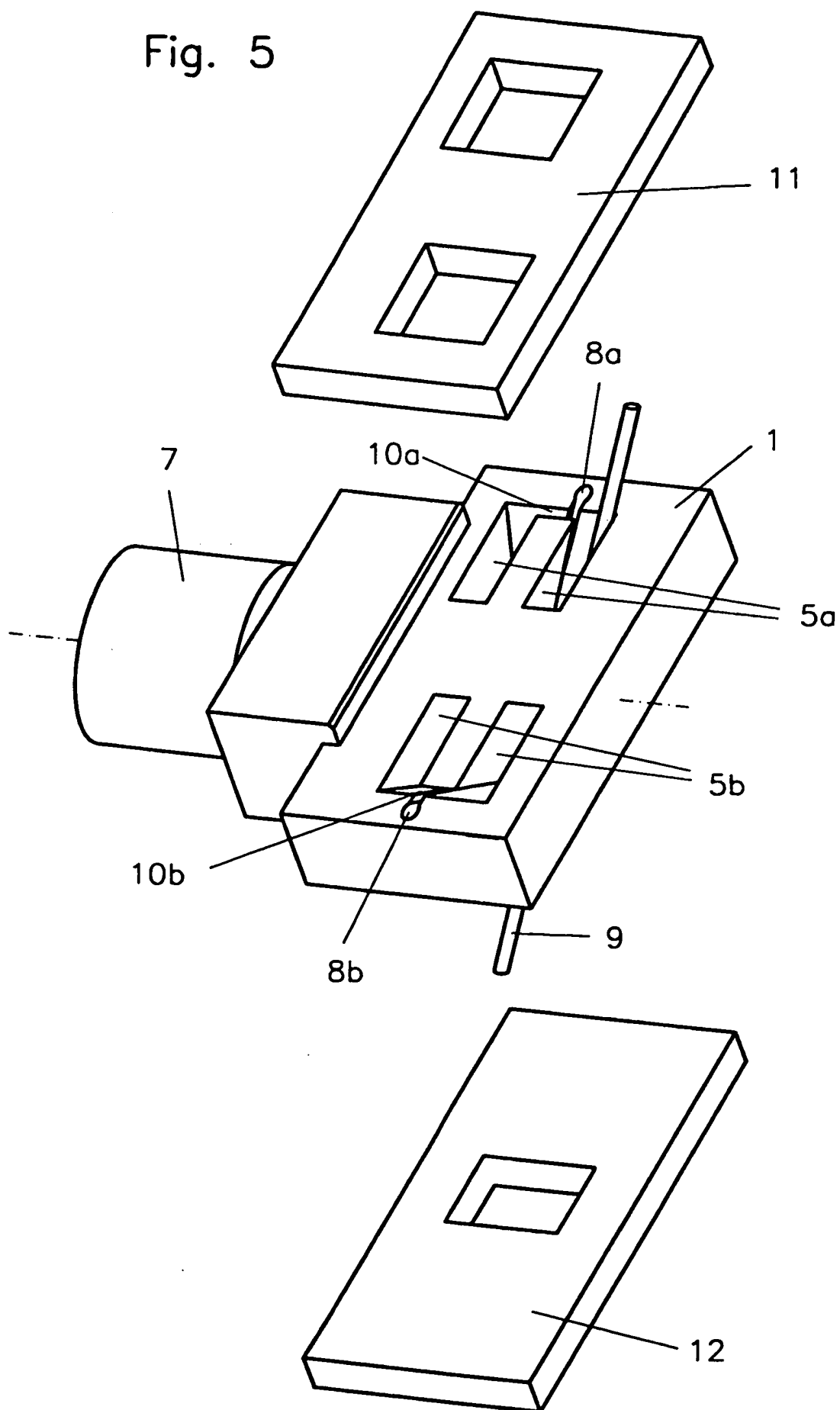


Fig. 5



6/6

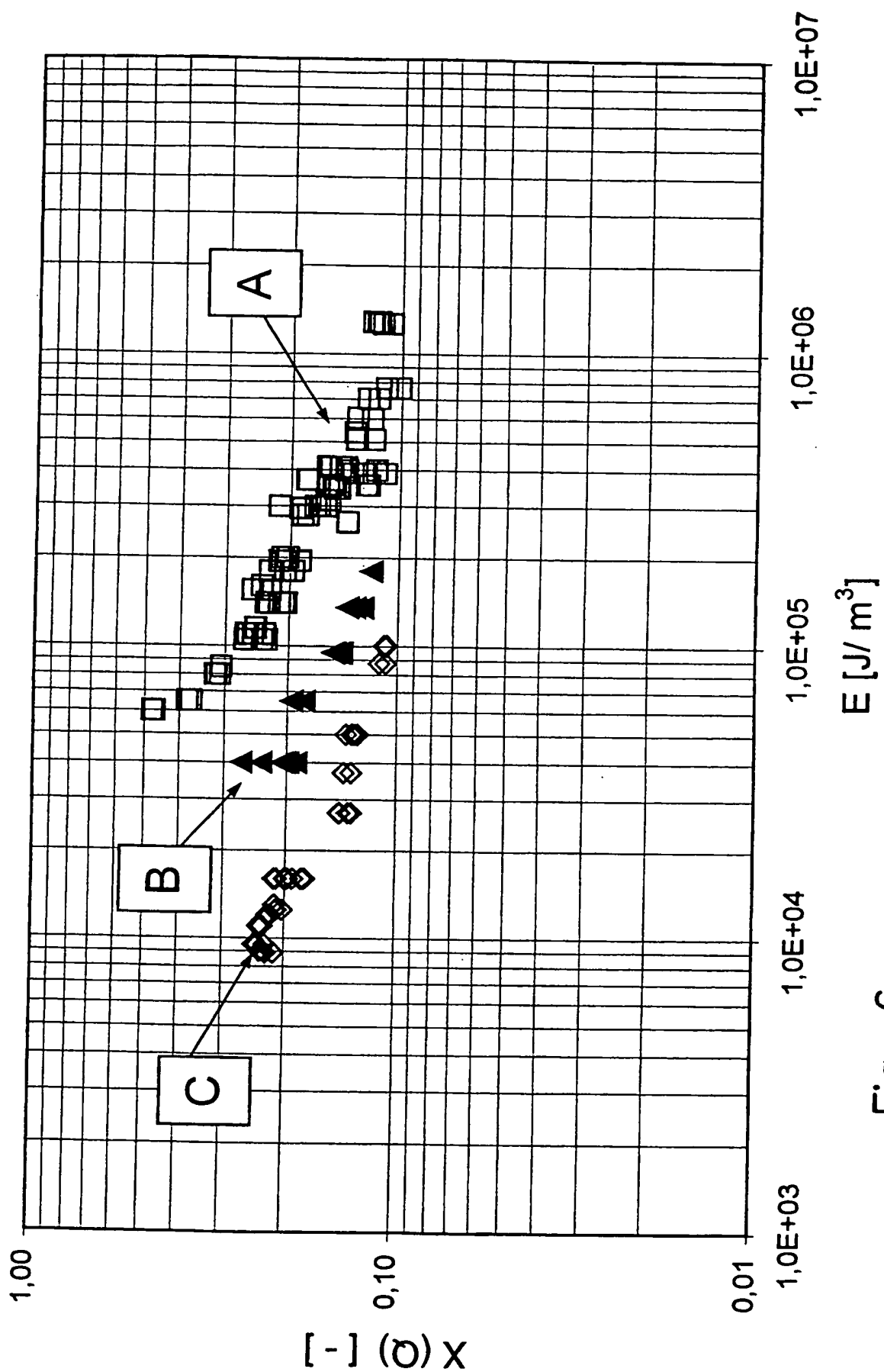


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/05546

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B01F5/02 B01F13/00 B01F15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B01F B28B B01J B01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 17130 A (LINDER GERD ;MENZEL THOMAS (DE); BAYER AG (DE); BIER WILHELM (DE);) 15 May 1997 (1997-05-15) cited in the application the whole document	1
A	EP 0 685 533 A (TOYO INK MFG CO) 6 December 1995 (1995-12-06) the whole document column 4, line 41 -column 5, line 8 figures 1-4	1
A	DE 196 26 246 A (BUEHLER AG) 8 January 1998 (1998-01-08) the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 September 2000

Date of mailing of the international search report

29/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gourier, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/05546

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9717130 A	15-05-1997	DE 19541266 A CA 2236666 A EP 0859660 A JP 11514574 T	07-05-1997 15-05-1997 26-08-1998 14-12-1999
EP 0685533 A	06-12-1995	DE 69516331 D DE 69516331 T JP 8048898 A	25-05-2000 24-08-2000 20-02-1996
DE 19626246 A	08-01-1998	AU 3022297 A WO 9800228 A DE 19780622 D	21-01-1998 08-01-1998 01-04-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. donales Aktenzeichen

PCT/EP 00/05546

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B01F5/02 B01F13/00 B01F15/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B01F B28B B01J B01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 97 17130 A (LINDER GERD ;MENZEL THOMAS (DE); BAYER AG (DE); BIER WILHELM (DE);) 15. Mai 1997 (1997-05-15) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1
A	EP 0 685 533 A (TOYO INK MFG CO) 6. Dezember 1995 (1995-12-06) das ganze Dokument Spalte 4, Zeile 41 -Spalte 5, Zeile 8 Abbildungen 1-4	1
A	DE 196 26 246 A (BUEHLER AG) 8. Januar 1998 (1998-01-08) das ganze Dokument	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. September 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/09/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentkan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gourier, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/05546

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9717130 A	15-05-1997	DE 19541266 A	07-05-1997
		CA 2236666 A	15-05-1997
		EP 0859660 A	26-08-1998
		JP 11514574 T	14-12-1999
EP 0685533 A	06-12-1995	DE 69516331 D	25-05-2000
		DE 69516331 T	24-08-2000
		JP 8048898 A	20-02-1996
DE 19626246 A	08-01-1998	AU 3022297 A	21-01-1998
		WO 9800228 A	08-01-1998
		DE 19780622 D	01-04-1999

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.